**Définition**

La réhabilitation comprend la conception et la construction de reliefs, ainsi que la mise en place d’écosystèmes durables ou d’une végétation alternative, en fonction de l’utilisation prévue du terrain une fois les opérations terminées. La réhabilitation d’un site minier doit chercher à remplir trois objectifs-clés:

1. La durabilité et la stabilité à long terme des reliefs, des sols et de l’hydrologie du site

 2. La réparation partielle ou totale de la capacité de l’écosystème à offrir un habitat au biote et des services aux individus (WA EPA 2006)

 3. La prévention de la pollution aux alentours du site

**Les aspects environnementaux de la programmation de la fermeture des mines**

La solution pour réussir l’après-mine : en programmer la fermeture dès la mise en exploitation.

 La programmation de la fermeture présente de nombreux avantages :

* Elle réduit les atteintes à l’environnement
* Des économies considérables sur les coûts de fermeture seront réalisées si les activités de réhabilitation sont planifiées de manière effective et menées à bien progressivement, au fur et à mesure que les conditions le permettent.
* Ainsi, la restauration de sites épuisés ou de dépôts de déchets miniers comblés est, dans bien des cas, plus économique et plus aisée alors que la mine est encore en exploitation, les hommes et les équipements étant immédiatement disponibles sur le site même.
* la planification de la fermeture permet à l’exploitation de la mine de se poursuivre avec assurance que la fermeture n’entraînera pas de coûts supplémentaires imprévus ou de problèmes environnementaux.

**La programmation de la fermeture**

Le plan de fermeture étudie les moyens les plus appropriés pour planifier et gérer les changements environnementaux et les effets socio-économiques induits par la cessation de l’exploitation. La planification de la fermeture doit être proactive et suivre l’évolution de l’exploitation, ce qui doit permettre d’identifier une séquence de phases différenciées dans son évolution :

* La décision de fermeture devrait comporter :
* l’étude initiale de la fermeture, préparée durant la phase d’autorisation d’une nouvelle exploitation (ou au cours de l’exploitation) et destinée à établir de quelle manière la fermeture peut être menée à bien ; la fermeture de la mine et la fin de la concession - le nettoyage, le démontage et l’enlèvement des installations minières ;
* la remise en état active : traitement et réhabilitation du site ;
* la remise en état passive : surveillance permettant de s’assurer du succès des opérations de remise en état active ;
* la cessation officielle : les instances de régulation avalisent la menée à bien des opérations de fermeture, finalisée dans un rapport de cessation d’exploitation ;
* la remise à disposition du site : les ayants-droits cèdent leurs intérêts dans le site minier.
* la réhabilitation progressive du site, à entreprendre dès que possible ;
* un plan intérimaire de fermeture, préparé en prenant en compte la marche de l’exploitation ou les changements intervenant dans la réglementation ;
* le plan final de fermeture, qui doit être prêt avant la date de fermeture retenue.
* La gestion de la fermeture comporte les éléments suivants :
* la fermeture de la mine et la fin de la concession - le nettoyage, le démontage et l’enlèvement des installations minières ;
* la remise en état active : traitement et réhabilitation du site ;
* la remise en état passive : surveillance permettant de s’assurer du succès des opérations de remise en état active ;
* la cessation officielle : les instances de régulation avalisent la menée à bien des opérations de fermeture, finalisée dans un rapport de cessation d’exploitation ;
* la remise à disposition du site : les ayants-droits cèdent leurs intérêts dans le site minier.

Tableau 1 : Les équipements miniers devant être pris en considération dans les programmes de fermeture

|  |  |
| --- | --- |
| **Equipements** | **Aspects devant être pris en compte** |
| Mines souterraines | Comblement des puits, des plans inclinés et des puits d’aération; effets des eaux polluées provenant des remblayages, drainage des exhaures. |
| Mines à ciel ouvert  | Stabilité des pentes; gestion des eaux souterraines et de surface; sécurité et interdiction des accès; effets du drainage de - et vers- le puits; suppression des routes d’évacuation. |
| Installations de traitement  | Enlèvement des bâtiments et des fondations ; enlèvement des infrastructures fixes et mobiles; nettoyage des ateliers, des aires d’entreposage de carburants et de réactifs; élimination des déchets; reprofilage et remise en végétation du site. |
| Terrils de stériles et de terres de recouvrement  | Renforcement des talus ; effets de lessivage sur les eaux de ruissellement; poussières; impact visuel. |
| Gestion des bassins de décantation  | Stabilité des digues; modifications géochimiques des déchets miniers; effets de percolation à travers les digues et le fond des bassins; gestion des eaux de surface et des effluents; génération de poussières à partir des pourtours ; accès et sécurité. |
| Equipements hydrauliques  | Stabilité des barrages, réservoirs, bassins de décantation, conduites, canaux, déversoirs; élimination des boues des installations de traitement; drainage de surface et élimination des effluents de drainage |
| Terrils  | Confinement des déchets dangereux; démontage des stations d’épuration; prévention de la pollution de la nappe phréatique; prévention des décharges abusives. |
| Infrastructure  | Démontage des installations d’approvisionnement en électricité et en eau ; remodelage des routes d’accès et d’évacuation; réutilisation des dépôts de fournitures et des plates-formes de chargement. |
| Aires de prospection  | Remise en état des zones de forage et des routes d’accès. |

Le but premier de la programmation de la fermeture est d’assurer que la fin de concession et la remise en état du site peuvent être menées à bien en répondant aux exigences générales suivantes :

• assurer une possibilité d’utilisation ultérieure productive et durable du site, acceptable tant pour les concessionnaires que pour les instances de régulation ;

• protéger la santé et la sécurité publiques ;

• réduire les atteintes à l’environnement;

• pérenniser un patrimoine ;

• minimiser les impacts socioéconomiques négatifs.

**Les critères et aspects à prendre en compte dans la programmation de fermeture**

**Stabilité des sols**

 Toutes les structures demeurant après la fermeture du site doivent être stabilisées. Elles ne doivent pas présenter de risque potentiel pour la santé ou la sécurité par suite de défaillance ou de détérioration physique. Les structures doivent résister à l’érosion et demeurer en place, sauf là où leur déplacement ne représente pas de danger pour la santé ou la sécurité publiques; elles ne doivent pas avoir d’effets préjudiciables sur l’environnement : les mesures de contrôle devront permettre de s’en assurer. Les cotes de construction et les paramètres de sécurité retenus devront tenir le plus grand compte des conditions extrêmes (par exemple, la sismicité, les tempêtes ou les inondations) ou de toute force naturelle permanente (telle l’érosion).

**La stabilité chimique**

Le site minier lui-même et les structures sous-jacentes doivent être chimiquement stables. Ceci signifie que les conséquences de changements d’équilibres chimiques ou de la survenue de conditions amenant un lessivage de métaux, de sels ou de composés organiques ne doivent pas mettre en danger la santé ou la sécurité publiques, ni porter atteinte aux ressources naturelles.

Si des décharges susceptibles d’avoir un impact environnemental sont prévues sur ces sites, des mesures préventives doivent être prises (telles que des installations de décantation des déchets solides et de traitement passif recourant à des zones marécageuses pour améliorer la qualité de l’eau, par exemple). Les mesures de contrôle devraient permettre d’assurer que des effets négatifs ne se produisent pas (telles des concentrations excédant les limites légales) qui affecteraient l’eau, le sol ou l’air dans les environs de la mine fermée.

**La stabilité biologique**

La stabilité de l’environnement immédiat dépend au premier chef des caractéristiques physico-chimiques du site, alors que la stabilité biologique du site minier lui-même dépend étroitement de sa réhabilitation et de l’utilisation finale des terrains.

Néanmoins, la stabilité biologique peut influer notablement sur la stabilité physicochimique (c’est le cas, par exemple, lorsque la stabilisation de la couverture végétale du sol permet d’en prévenir l’érosion).

La réhabilitation de la plupart des sites miniers implique la restauration de la couverture végétale sur de vastes surfaces qui s’avèrent, dans bien des cas, particulièrement pauvres en termes de fertilité. Il est, de ce fait, très important que les méthodes utilisées afin d’améliorer les substrats ou les matériaux sous-jacents et de les cultiver, ainsi que les espèces retenues, aient pour effet d’assurer le développement d’une couverture végétale durable.

Les mesures de contrôle devront montrer que la mise en culture est un succès et qu’un biotope végétal équilibré et pérenne a pu se mettre en place au cours d’une période s’étendant sur plusieurs saisons de croissance des végétaux.

**Les ressources naturelles**

Il serait toutefois irréaliste d’escompter que l’état de l’environnement de la région concernée puisse être restauré complètement et ramené aux standards prévalant avant la mise en exploitation.

Les activités minières ont toujours des impacts résiduels qu’il est impossible d’éviter, tels que les changements intervenant dans le paysage du fait de puits à ciel ouvert ou d’emprises de décharges de déchets miniers.

Les ressources naturelles sensibles reflètent les conditions locales, mais elles devraient en tous les cas inclure celles qui sont mentionnées dans le tableau 2. Les interactions sont fréquentes.

Ainsi, la qualité des eaux superficielles peut affecter les écosystèmes aquatiques et des modifications dans l’utilisation des sols peuvent avoir un effet sur les comportements animaux.

Tableau 2 : Ressources naturelles sensibles.

|  |  |
| --- | --- |
| **Ressource naturelle** | **Impact possible** |
| Eaux de surface  | Effets qualitatifs et quantitatifs des eaux de drainage |
| Eaux souterraines  | Effets des infiltrations sur la qualité des nappes phréatiques |
| Habitats - biotopes  | Effets sur les biotopes aquatiques et les habitats terrestres avoisinants |
| Flore et faune  | Effets spécifiques sur certaines espèces ; détériorations des zones assurant nourriture et reproduction ; routes de migration. |
| Utilisation des terres  | Changements induits dans l’agriculture et la gestion des forêts |

**Les effets socio-économiques :**

Avec la cessation des activités minières, une entrée en déclin économique de la région est inévitable si des emplois ne peuvent être offerts aux personnels licenciés. Si la mine était le principal employeur, les conséquences de sa fermeture peuvent s’avérer très graves. Ce ne sont pas seulement les personnes directement employées par la mine c’est-à-dire les employés de la mine elle-même et les employés des sous-traitants qui en souffrent de nombreux services annexes peuvent également ne plus être viables.

Tableau 3 : Equipements miniers devant faire l’objet d’une surveillance

|  |  |
| --- | --- |
| Equipement | Résultats attendus à la fermeture |
| Mine souterraine  | Les fermetures des galeries souterraines sont sûres; la qualité de l’eau dans les aquifères adjacents au comblement est acceptable; la qualité des eaux d’exhaure est acceptable. |
| Mine à ciel ouvert  | Absence de déformation des abords et des talus; système de gestion des eaux fonctionnant effectivement; installations de sécurité vérifiées. |
| Installations de traitement du minerai  | Succès des opérations de terrassement et de plantation |
| Déblais rocheux/terrils  | Absence d’érosion ou de déformation des pentes; qualité et quantité acceptables des eaux de drainage; qualité acceptable des eaux phréatiques avoisinantes; succès de la couverture végétale. |
| Installations de gestion des déchets miniers  | Absence de déformation ou d’érosion des barrages; géochimie acceptable des déchets; le système de gestion des eaux de surface reste opérationnel; les systèmes de sécurité fonctionnent correctement. |
| installation de gestion des eaux  | Succès des opérations de réhabilitation et de replantation de la couverture végétale; drainage correct des eaux de surface du site. |
| Décharges et terrils  | Absence de contamination de la nappe phréatique; couverture fiable; succès de la remise en végétation. |
| Bâtiments et installations  | Remodelage et restauration de la couverture végétale |
| Infrastructures  | Remodelage et restauration de la couverture végétale |
| Zones de prospection  | Remise en état des aires de forage et des routes d’accès |

**Les programmes de fermeture définitive**

Eléments d’un programme de fermeture :

|  |  |
| --- | --- |
| Etapes du programme de fermeture  | Aspects à prendre en compte |
| Document de synthèse  | Résume tous les principaux points et les conclusions, notamment les objectifs à atteindre à la fermeture, le calendrier et les garanties financières. |
| Contexte de la fermeture  | Historique de la compagnie minière et des opérations d’exploitation, objectifs de fermeture et modalités de leur dépendance des caractéristiques de la mine et de sa situation sociale et environnemental ; critères de fermeture et standards à atteindre; utilisation ultérieure du site. |
| Installations minières  | Description détaillée de la mine et des opérations et implications de la fermeture etde l’utilisation ultérieure du site pour chacune des installations ; résultats de la réhabilitation déjà effectuée. |
| Ressources environnementales  | Description des caractéristiques sociales et environnementales de la zone concernée; description détaillée des ressources les plus susceptibles d’être affectées par la fermeture; leçons à retenir de la réhabilitation déjà menée à bien. |
| Programmation de la fermeture  | - méthodes d’arrêt de chacun des composants de la mine et mesures permettant de limiter les atteintes à l’environnement,- détails du programme de réhabilitation active, incluant des contrôles sur site, des techniques spécialisées de traitement, la gestion des eaux, la remise en végétation, les approvisionnements nécessaires (sols, végétaux), gestion et maintenance,- détails du programme de réhabilitation passive, y compris les calendriers des mesures de contrôle et les standards spécifiques de satisfaction des paramètres prédéfinis à atteindre à la fermeture,- description détaillée de toute gestion et maintenance à long terme, le cas échéant; proposition de dispositions pour y faire face.  |
| Calendrier des opérations  | Programme de travail détaillé, comprenant des calendriers d’actions à mener, des procédures et protocoles de fermeture, des programmes de remise des travaux, des mesures de protection de la sécurité et de la salubrité, des systèmes et des procédures contractuelles, des budgets détaillés. |
| Coûts  | Coûts calculés sur la base des activités requises prévisibles, échéanciers, ratios standard. |
| Plans appuyant les propositions  | Plans à des échelles et des degrés de détail appropriés permettant de visualiser les propositions de manière claire, incluant les dispositions finales pour le site. |
| Annexes techniques  | Ces annexes techniques doivent apporter les détails des investigations menées par les spécialistes, les techniques, méthodes et recherches menées ou proposées. |